



(19)

Generated Document.

(11) Publication number:

09175889

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 07351367

(51) Intl. Cl.: C30B 15/14 C30B 29/06 H01L 21/208

(22) Application date: 26.12.95

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 08.07.97

(84) Designated contracting  
states:

(71) Applicant: SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(72) Inventor: YAMAGISHI HIROTOSHI  
TAKANO KIYOTAKA  
KIMURA MASAKI

(74) Representative:

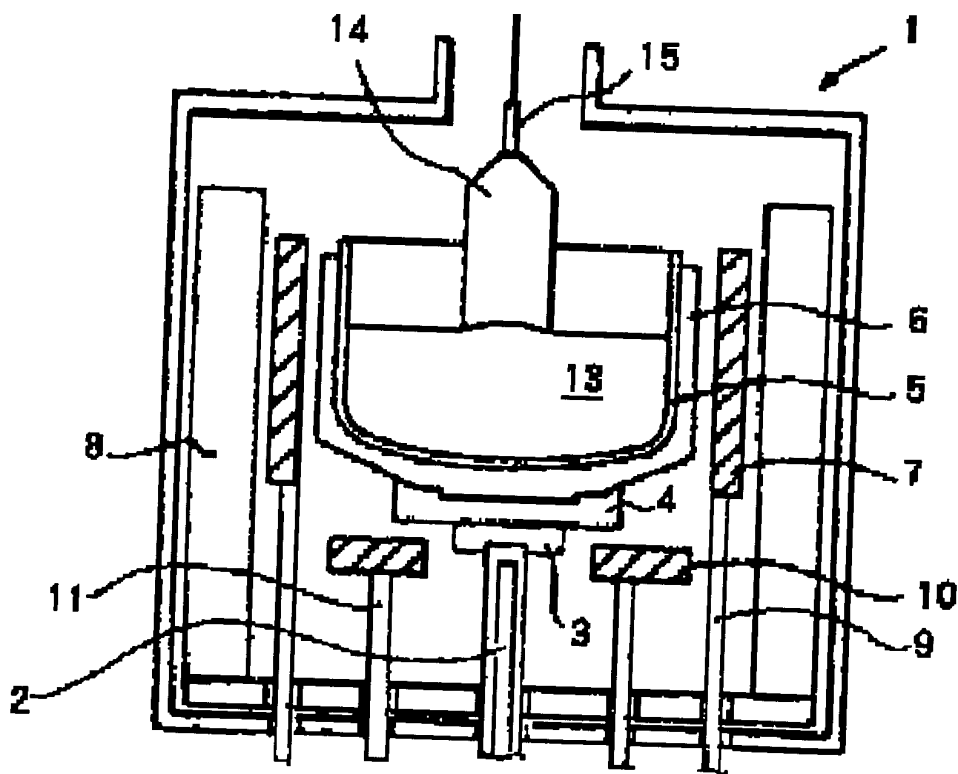
### (54) SINGLE CRYSTAL PULL-UP APPARATUS

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a single crystal pull-up apparatus capable of producing a semiconductor single crystal having a uniform quality by keeping a thermal environment of semiconductor melt in a quartz crucible constant.

**SOLUTION:** In this single crystal pull-up apparatus, semiconductor single crystal is made to grow by pulling up a semiconductor single-crystal rod 14 from semiconductor melt 13 held in a quartz crucible 5. The quartz crucible 5 is installed so as to enable the vertical motion to keep the liquid level of the semiconductor melt 13 constant, and at the same time, a main heater 7 and a sub-heater 10 each is installed so as to enable the vertical motion to heat the semiconductor melt 13 to keep its thermal environment constant.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09175889 A**(43) Date of publication of application: **08 . 07 . 97**

(51) Int. Cl.

**C30B 15/14**  
**C30B 29/06**  
**H01L 21/208**

(21) Application number: **07351367**(22) Date of filing: **26 . 12 . 95**(71) Applicant: **SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD**

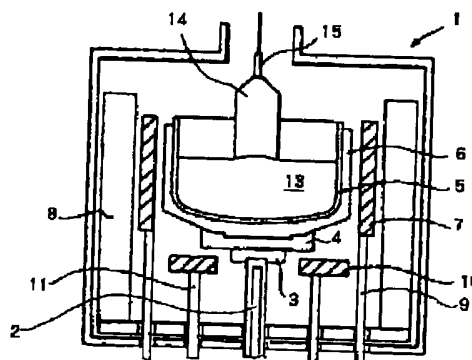
(72) Inventor: **YAMAGISHI HIROTOSHI**  
**TAKANO KIYOTAKA**  
**KIMURA MASAKI**

(54) **SINGLE CRYSTAL PULL-UP APPARATUS**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a single crystal pull-up apparatus capable of producing a semiconductor single crystal having a uniform quality by keeping a thermal environment of semiconductor melt in a quartz crucible constant.

**SOLUTION:** In this single crystal pull-up apparatus, semiconductor single crystal is made to grow by pulling up a semiconductor single-crystal rod 14 from semiconductor melt 13 held in a quartz crucible 5. The quartz crucible 5 is installed so as to enable the vertical motion to keep the liquid level of the semiconductor melt 13 constant, and at the same time, a main heater 7 and a sub-heater 10 each is installed so as to enable the vertical motion to heat the semiconductor melt 13 to keep its thermal environment constant.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-175889

(43) 公開日 平成9年(1997)7月8日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/14			C 3 0 B 15/14	
29/06	5 0 2		29/06	5 0 2 E
H 0 1 L 21/208			H 0 1 L 21/208	P

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-351367

(22) 出願日 平成7年(1995)12月26日

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72) 発明者 山岸 浩利

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 高野 清隆

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 木村 雅規

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

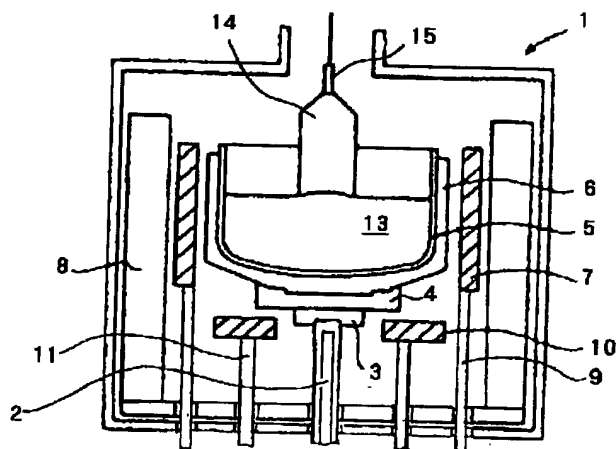
(74) 代理人 弁理士 志波 邦男 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 単結晶引き上げ装置

## (57) 【要約】

【目的】 石英るつぼ内の半導体融液の熱的な環境を一定に保ち、均質な半導体単結晶が得られる単結晶引き上げ装置を提供する。

【解決手段】 石英るつぼ5に収容した半導体融液13より半導体単結晶棒14を引き上げて半導体単結晶を成長させる単結晶引き上げ装置において、半導体融液14の液面が一定の高さに保たれるように石英るつぼ5を昇降可能に設けるとともに、半導体融液13の熱的な環境が一定に保たれるように半導体融液13を加熱する昇降可能なメインヒーター7及び昇降可能なサブヒーター10を具備した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 石英るつぼに收容した半導体融液より半導体単結晶棒を引き上げて半導体単結晶を成長させる単結晶引き上げ装置において、前記半導体融液の液面が一定の高さに保たれるように前記石英るつぼを昇降可能に設けるとともに、前記半導体融液の熱的な環境が一定に保たれるように該半導体融液を加熱する昇降可能なメインヒーター及び昇降可能なサブヒーターを具備したことを特徴とする単結晶引き上げ装置。

【請求項2】 前記サブヒーターは前記石英るつぼの昇降又は前記メインヒーターの昇降に連動して昇降することを特徴とする請求項1記載の単結晶引き上げ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チョクラルスキー法により半導体単結晶を製造するのに用いられる単結晶引き上げ装置に関する。さらに詳しくは、多結晶半導体原料を溶融して得られる半導体融液より半導体単結晶棒を引き上げて半導体単結晶を成長させる単結晶引き上げ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体単結晶、特にシリコン単結晶を製造する方法として、いわゆるチョクラルスキー法が広く用いられている。この方法では、石英るつぼに收容されたシリコン融液に種結晶を浸漬し、これを引き上げてシリコン単結晶棒を成長させるものである。

【0003】この方法で用いられる単結晶引き上げ装置は、多結晶シリコン原料を收容する石英るつぼ、該石英るつぼを保持する黒鉛るつぼ、該黒鉛るつぼの周囲に配されヒーター、及び該ヒーターの周囲に配される断熱材等がチャンバー内に収納された構成を有する。

【0004】上記単結晶引き上げ装置を用いてシリコン単結晶を成長する際には、多結晶シリコン原料を石英るつぼ内に投入し、黒鉛るつぼを円周状に取り囲むように設けられたヒーターにより黒鉛るつぼを側面から加熱する。石英るつぼ内に投入された多結晶シリコンは、黒鉛るつぼ及び石英るつぼを介して側方よりヒーターにより加熱されるとともに、ヒーターにより加熱された黒鉛るつぼの輻射熱により石英るつぼを介して下方からも加熱され、溶融してシリコン融液となる。この状態で、上方から吊り下げられた種結晶を石英るつぼ内のシリコン融液に浸漬し、種結晶を回転させながら引き上げることに

よりシリコン単結晶が棒状に成長し、所望のシリコン単結晶が得られる。

【0005】単結晶引き上げ中は、石英るつぼ内のシリコン融液がシリコン単結晶棒が成長するにつれて減少し、シリコン融液の液面は次第に低下する。シリコン融液の液面が低下して液面位置が変化すると熱的な環境も変化し、均一なシリコン単結晶が得られないので、シリコン融液の高さを一定に保つことにより熱的な環境をほ

ば一定に保持する必要がある。そのために、石英るつぼは黒鉛るつぼと一体的に昇降可能に設けられ、シリコン単結晶棒の成長度合いに応じてシリコン融液が減少した分だけ石英るつぼを上昇させるようにしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】かかる単結晶引き上げ装置においては、単結晶の成長とともに石英るつぼを上昇させるので、石英るつぼとヒーターとの相対位置が変わり、十分な加熱ができない恐れがあった。また、石英るつぼ下方からの加熱は、上述のように黒鉛るつぼの下方から石英るつぼを輻射で加熱するに留まっているので、石英るつぼの直径が大きい場合、その断面積も増大するので、下方からの加熱は弱まり、やはり十分な加熱ができない恐れがあった。

【0007】従来より、ヒーターを昇降可能な構造にして石英るつぼ（黒鉛るつぼ）を加熱する相対的な位置関係を一定に保つ手段（特開平3-5394）、あるいは石英るつぼ側方のヒーター（以下「メインヒーター」と言う。）の他に石英るつぼ下方にいわゆるサブヒーターを固定的に配置して補助的に加熱する手段（特開平2-192486）が知られているが、なお十分とは言えなかった。

【0008】本発明は上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、石英るつぼ内の半導体融液の熱的な環境を一定に保ち、均質な半導体単結晶を得ることができる単結晶引き上げ装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本願の請求項1記載の発明は、石英るつぼに收容した半導体融液より半導体単結晶棒を引き上げて半導体単結晶を成長させる単結晶引き上げ装置において、前記半導体融液の液面が一定の高さに保たれるように前記石英るつぼを昇降可能に設けるとともに、前記半導体融液の熱的な環境が一定に保たれるように該半導体融液を加熱する昇降可能なメインヒーター及び昇降可能なサブヒーターを具備したことを特徴とする単結晶引き上げ装置を提供する。

【0010】本願の請求項2記載の発明は、請求項1記載の単結晶引き上げ装置において、サブヒーターが石英るつぼの昇降又はメインヒーターの昇降に連動して昇降することを特徴とする単結晶引き上げ装置を提供する。

【0011】以下、本発明を詳細に説明する。

【0012】本願の請求項1記載の発明は、固定的なサブヒーターによるメインヒーター、黒鉛るつぼ及びチャンバーの相対位置変更ができない点を、サブヒーターを昇降可能とする機構を具備させることにより改良しようとするものである。すなわち、従来の単結晶引き上げ装置の欠点であったサブヒーターの固定的な配置を改良し、サブヒーターを例えば2本の電極とともに上下に昇降可能な可動式とすることにより、かかる問題を解決したものである。

【0013】また、本願の請求項2記載の発明は、サブヒーターの昇降について、石英るつぼの昇降に連動した機構も設けたことを特徴とする。すなわち、単結晶引き上げ中に単結晶の成長に伴うシリコン融液表面の位置の下降を補って常に一定位置を保つように、例えばコンピューターを使用して石英るつぼ位置そのものを連動させて上昇させていくようにする。サブヒーターの上下方向の位置もかかる石英るつぼ位置の同期的な移動に合わせてコンピューターにより移動距離を動的に計算し、移動させていくことが本発明の特徴である。

【0014】また、サブヒーターの昇降は、石英るつぼの移動に連動させるだけでなく、メインヒーターの移動にも連動させて行うようにすることも可能である。前述のように、単結晶引き上げにおいては、石英るつぼ中のシリコン融液の熱的な環境を一定に保つために、石英るつぼ位置を一定に保ち、メインヒーターをシリコン融液表面位置の減少量に合わせてコンピューターで計算し、連動させて下降させていく方法も知られている。本発明では、メインヒーターに連動させてサブヒーターを石英るつぼに対して相対的に移動させる機構を持たせることにより、シリコン融液に対して熱的なバランスをとろうとするものである。

【0015】本発明においては、上述のようにサブヒーターが昇降可能に設けられているので、サブヒーターが固定式である場合に比べ、以下のような利点がある。すなわち、石英るつぼ又はメインヒーターを単結晶引き上げ中に移動させた場合、サブヒーターが固定式である場合には、石英るつぼ又はメインヒーターに対してのサブヒーターの空間的な相対位置が変り、固液界面における温度を固化温度に一定に保とうとする本来の絶対的な目的を達成するためには、著しく複雑な制御が必要になる。

【0016】すなわち、加熱系においては輻射伝熱が支配的であるが、固液界面の温度を制御する際には、メインヒーター、石英るつぼ及びサブヒーターが所定の相対的位置にある場合の各々の輻射伝熱形態係数を計算し、それをもとに固液界面温度を一定に保つように伝熱計算を行い、その結果に基づいてメインヒーター及びサブヒーターの出力制御を行う。したがって、メインヒーター又は石英るつぼとサブヒーターとの相対的な位置が変化した場合は、固液界面温度を一定に保つように新たな伝熱計算が必要となり、制御が著しく複雑になる。

【0017】しかし、本発明においては、メインヒーター又は石英るつぼとサブヒーターとの相対的位置は常に一定に保たれるので、伝熱計算を繰り返す必要はなく、制御が極めて容易である。

【0018】

【実施の形態】以下に、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0019】図1は本発明の単結晶引き上げ装置の一実

施形態を示す縦断面図である。図において、密閉タンク状のチャンバー1内の中心には中空状の支持軸2が下方から垂直に臨んでおり、支持軸2の上端部には上下2段の支持台3及び4が取り付けられている。そして、支持台3上には、石英るつぼ5と該石英るつぼ5の周囲を囲ってこれを保護する黒鉛るつぼ6が載置されている。石英るつぼ5と黒鉛るつぼ6は、支持軸2が軸方向に移動することにより上下に昇降できる構造になっている。

【0020】一方、チャンバー1内において、石英るつぼ5及び黒鉛るつぼ6の側方の周囲には円筒状のメインヒーター7が配置され、さらにメインヒーター7の周囲には同じく円筒状の断熱材8が配されている。メインヒーター7の下部には電極9が配され、上下に昇降できるようになっている。

【0021】また、チャンバー1内において、石英るつぼ5及び黒鉛るつぼ6の下方には円板状のサブヒーター10が配されている。サブヒーター10の下端部には電極11が配され、上下に昇降できるようになっている。

【0022】なお、チャンバー1の周壁には冷却水通路（図示せず。）が設けられ、ここに冷却水を流すことによってチャンバー1壁面が冷却されている。

【0023】次に、当該単結晶引き上げ装置を用いてシリコン単結晶を成長させる工程について説明する。まず、石英るつぼ5内に投入された多結晶シリコン原料は、メインヒーター7及びサブヒーター10によって加熱されて熔融せしめられ、石英るつぼ5内にシリコン融液13が満たされる。そして、上方から吊り下げられる種結晶15をシリコン融液13に浸漬し、種結晶15を回転させながら所定の速度で引き上げるることにより、種結晶15の先に所望のシリコン単結晶棒14が成長する。

【0024】シリコン単結晶の引き上げ重量が増すにつれてシリコン融液13の体積が減少するので、メインヒーター7に対するシリコン融液13の表面位置は徐々に変わってくる。これによるシリコン単結晶とシリコン融液との界面の位置における温度の固化温度からのずれを補正するために、単結晶重量に連動した計算により、所望の距離だけ石英るつぼ5及び黒鉛るつぼ6を上昇させるか、あるいはメインヒーター7を所望の距離だけ下降させる。また、サブヒーター10は、図2に示すように、計算機により石英るつぼ5及び黒鉛るつぼ6を上昇させる場合はこれらと連動させて等距離上昇させ、メインヒーター7を下降させる場合はこれと連動させて等距離下降させる。

【0025】

【実施例】次に、当該単結晶引き上げ装置を用いてシリコン単結晶棒を引き上げて成長させた例を示す。

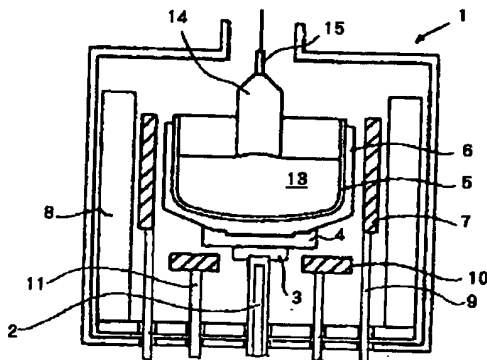
【0026】まず、石英るつぼ5内にシリコン多結晶原料210kgを投入し、メインヒーター7によって加熱して熔融させ、石英るつぼ5内にシリコン融液13を得

た。このシリコン融液 13 に、上方から吊り下げられた種結晶を浸漬し、該種結晶を回転させながらこれを所定の速度で引き上げ、種結晶の先に直径 300 mm の単結晶を成長させた。単結晶の引き上げ重量が増すにつれシリコン融液の体積が減少してシリコン融液の表面位置がメインヒーター 7 に対して相対的に変るので、単結晶と融液との界面の位置における温度を固化温度に保つために、単結晶重量に連動した計算により、所望の距離だけ石英るつぼ 5 及び黒鉛るつぼ 6 を上昇させた。また、サブヒーター 10 を、石英るつぼ 5 及び黒鉛るつぼ 6 と連動させて等距離上昇させた。引き上がったシリコン単結晶棒は、直径の公差が 300 mm ± 5 mm の範囲内に収まり、高精度のシリコン単結晶棒が得られた。

#### 【0027】

【発明の効果】以上の説明で明らかな如く、本発明によれば、石英るつぼに收容した半導体融液より半導体単結晶棒を引き上げて半導体単結晶を成長させる単結晶引き上げ装置において、前記半導体融液の液面が一定の高さに保たれるように前記石英るつぼを昇降可能に設けるとともに、前記半導体融液の熱的な環境が一定に保たれるように該半導体融液を加熱する昇降可能なメインヒーター及び昇降可能なサブヒーターを具備したことにより、\*

【図 1】



\* 複雑な制御を行うことなく石英るつぼ内の半導体融液の熱的な環境を一定に保ち、均質な半導体単結晶を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係わる単結晶引き上げ装置を示す縦断面図である。

【図 2】サブヒーターの昇降制御法を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

- 1 チャンバー
- 2 支持軸
- 3, 4 支持台
- 5 石英るつぼ
- 6 黒鉛るつぼ
- 7 メインヒーター
- 8 断熱材
- 9, 11 電極
- 10 サブヒーター
- 13 シリコン融液
- 14 シリコン単結晶棒
- 15 種結晶

【図 2】

